

VOLUME 410  
USSN 1914653  
AUG 17 1995  
CONF # 2350

P0200246

D6

AG



(19) Országkód

HU



MAGYAR  
KÖZTÁRSASÁG

MAGYAR  
SZABADALMI  
HIVATAL

# SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

**215 866 B**

(21) A bejelentés ügyszáma: 4047/91

(22) A bejelentés napja: 1991. 12. 19.

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

**H 01 M 4/50**

(40) A közzététel napja: 1995. 05. 29.

(45) A megadás meghirdetésének a dátuma a Szabadalmi  
Közlönyben: 1999. 03. 29.

(72) Feltalálók:

dr. Daniel-Ivad, Josef, Richmond Hill, Ontario  
(CA)  
dr. Kordesch, Karl, Graz (AT)  
dr. Taucher, Waltraud, Graz (AT)

(73) Szabadalmas:

Battery Technologies Inc., Mississauga, Ontario  
(CA)

(74) Képviselő:

DANUBIA Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.,  
Budapest

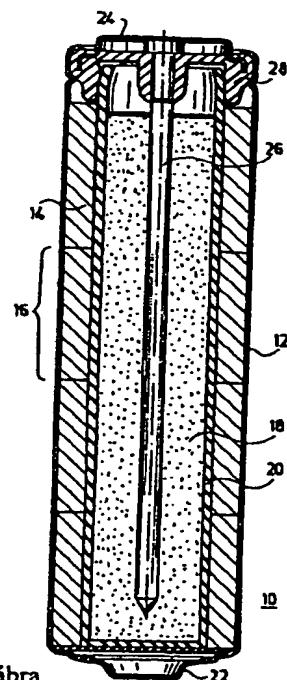
(54)

## Katódszerkezet alkáli mangán-dioxid-cink cellákhoz megtöltött kapacitással

KIVONAT

Katódszerkezet alkáli mangán-dioxid-cink cellákhoz  
megtöltött kapacitással, amely mangán-dioxid aktív  
anyagból, villamosan vezető porból és adalékanyagból  
áll, amely anyagok egyenletes keverés után porózus testté  
vannak sajtolva, ahol az adalékanyagot a testben legalább  
3 tömeg% mennyiség báriumvegyület képezi, amely bá-  
rium-oxid, bárium-hidroxid vagy bárium-szulfát.

A találmány tárgya ezenkívül olyan alkáli mangán-  
dioxid-cink cella, amely tartalmaz mangán-dioxid-ka-  
tódot (14), cinkanódot (18), az anód (18) és a katód (14)  
között elhelyezett szeparátor (20) és elektrolitot, ahol a  
katód (14) mangán-dioxid aktív anyagból, villamosan  
vezető porból és adalékanyagból áll, amely anyagok  
egyenletes keverés után porózus testté vannak sajtolva  
és a pörusok az elektrolittal vannak megtöltve, az ada-  
lékanyagot legalább 3 tömeg% mennyiségű báriumve-  
gyület képezi, amelyet bárium-oxid, bárium-hidroxid  
vagy bárium-szulfát képez.



A leírás terjedelme 14 oldal (ezen belül 9 lap ábra)

**HU 215 866 B**

A találmány alkáli mangán-dioxid-cink cellákra, közelebbről pedig megnövelt kapacitással rendelkező alkáli mangán-dioxid-cink cellákban használt katódszerkezetre vonatkozik, amely szilárd összetevőként mangán-dioxid aktív anyagból, villamosan vezető porból és adalékanyagból áll. Ezekből az anyagokból egyenletes keverés után sajtolással porózus testet készítünk, amelynek pórusait a cellában való használat során elektrolit tölti ki.

A mangán-dioxid alkáli primer cellák elterjedten használt katódanyaga. Alkálioldatokban újratölthető tulajdonságokkal rendelkezik, ezért gyakran használják újratölthető cellákban is. Az elektrolitikusan előállított mangán-dioxid korlátozott újratölthető tulajdonságokkal rendelkezik, amint azt K. Kordesch és társai az Electrochim. Acta 26, 1495. oldalán (1981) közlik, és ezen tulajdonság a kisütés mélységével függ össze, és csökkenti a gyakorlatilag elérhető kapacitást.

A katódszerkezet optimalizálása már régóta számos fejlesztési munka célját képezi. Az US 4.384.029 lajstromszámú szabadalom (K. Kordesch és társai) a mangán-dioxid katódanyag tulajdonságaival és a katódkeverék összetételével foglalkozik. A katódszerkezetet elektrolitikus mangán-dioxid-por, mint aktív anyag és grafitpor vagy kolloidos grafit keverékből készítik, és a keveréket kötőanyaggal és/vagy nyomás hatására fogják össze. A grafit fcladata a vezetőképesség javítása. Javasolták már különböző adalékanyagok, például szíren, butadién, akril-nitril, karbamid, formaldehid, vinil-alkohol vagy epoxiglyanta, illetve ezek polimerjeinek vagy kopolimerjeinek alkalmazását. Ezeket az anyagokat általában adalékoknak nevezik, és alkalmazásuk célja a szerkezet javítása, továbbá a katódtérfogat növekedésének csökkentése a cella ciklusélete során. A „ciklusélet” vagy „ciklusélettartam” kifejezés alatt azt az aktív időszakot értjük, amely a cella feltöltéseit követő kisütések összességét jelenti, amelynek kifejezésére a ciklusok számát használjuk. A ciklusélettartam akkor ér véget, amikor a cella kapacitása egy előírt mérték (például az eredeti kapacitás 60%-a) alá csökken. A ciklusélettartam valóságos időben kifejezett értéke cellánként lényegesen különbözhet, mert az függ a cella kisütési módjától és az egymást követő ciklusok között eltelt tárolási időtől.

Az adalékokkal szemben támasztott általános követelmény, hogy az elektrolit által nedvesíthetőknek kell lenniük. A tapasztalatok azt mutatták, hogy a cella feszültsége a katódban jelen lévő adalékok ellenére is néhány ciklus után lecsökken.

Az US 4.929.520 lajstromszámú szabadalomban (K. Kordesch és társai) vezető anyagú alátétek alkalmazását javasolták a katódtest egymással érintkező részei között, amely lényeges mértékben lecsökkentette a cella bels” ellenállását.

A katódszerkezet tervezésével kapcsolatos további hézséget a heterolitképz”dés problémája jelenti, amely a cella ciklusélettartama során cs”kkenti az aktív mangán-dioxid-tömeget. Ezt a jelenséget a szakirodalomban részletesen tárgyalja. Egy új “sszefoglalást találhatunk E. Preisler: „Voltage Measurement on Alkaline

Primary Cells during Discharge and Recovery” (Feszültségmérések alkáli primer cellákban kisütés és magához térés során), amely megjelent: Progress in Batteries & Solar Cells, Vol. 9, 1990 IBA York

5 Meeting pp 21–34. Kisütés során az elektrolitban a cinkát koncentrációja a cinkelektród oldódása miatt növekszik, és a cinkát a katód felé halad. A cinkionok eljutnak a katód aktív tartományába, és a redukált mangán-dioxiddal reagálva heterolitot képeznek. A ciklusélettartam során a heterolit jelenlétének az alábbi hatásai jelentkeznek:

– már nem vesz részt a ciklusfolyamatban, tehát az aktív katódtömeg csökken az összes aktív anyag 30%-át is elérő mennyiségen, és ez csökkenti a cella kapacitását;

– mechanikusan kitágul, és ez a katódszerkezetet mechanikusan károsítja.

A kitágulás hatásainak csökkentése érdekében megfelelő eszközöket, például lyukasztott szilárd fémköteteket, vagy fokozott mennyiségi kötőanyagot használtak, amely eszközök jelenléte tovább csökkentette az aktív anyag számára rendelkezésre álló teret és/vagy a vezetőképességet.

A heterolitképződéssel kapcsolatos hátrányok nemcsak újratölthető celláknál jelentkeznek, mert hasonló problémákat tapasztalunk primer cellák esetében is, amikor azok kisütése szakaszos időközökben történik.

A találmány elsődleges célja olyan adalékanyagok biztosítása, amelyek képesek az említett hátrányok legálább részleges kiküszöbölésére.

A találmány további célja olyan additív anyagok használata, amelyek csökkentik az újratölthető alkáli mangán-dioxid-cink cellák ciklusélettartama során a terhelt cellafeszültség csökkenését.

A találmány szerint azt tapasztaltuk, hogy ha megállapított báriumvegyületeket, tehát bárium-oxidot, bárium-hidroxidot vagy bárium-szulfátot adalékanyaggént használunk, akkor azok megfelelően kielégítik a fenti célokat, amennyiben az adagolást a katódban a szilárd összetevők tömegéhez viszonyítva legalább 3 tömeg% vagy clónyösen 5–25 tömeg% mennyiségen alkalmazzuk.

A találmánnyal tehát katódszerkezetet hoztunk létre alkáli mangán-dioxid-cink cellákhoz megnövelt kapacitással, amely mangán-dioxid aktív anyagból, villamosan vezető porból és adalékanyagból áll, amely anyagok egyenletes keverés után porózus testté vannak sajtolva, és a találmány szerint az adalékanyagot a testben legalább 3 tömeg% mennyiséggel báriumvegyület képezi, amelyet bárium-oxid, bárium-hidroxid vagy bárium-szulfát képezz.

Egy előnyös kiviteli alaknál az adalék mennyisége 5 és 25 tömeg% között van.

További előnyös kiviteli alakot kapunk, ha az adalék bárium-hidroxid, amely kristályvizet, clónyösen 8 mol kristályvizet tartalmaz.

A találmány szerint alkáli mangán-dioxid-cink cellát is létrehoztunk, amely tartalmaz mangán-dioxid-katódot, cinkanódot, az anód és a katód között elhelyezett szeparátor és elektrolitot, ahol a katód mangán-dioxid

aktív anyagból, villamosan vezető porból és adalékanyagból áll, amely anyagok egyenletes keverés után porózus testté vannak sajtolva, és a pörusok az elektrolittal vannak megtöltve, és a találmanny szerint az adalékanyagot a testben legalább 3 tőmeg% mennyiség báriumvegyület képezi, amelyet bárium-oxid, bárium-hidroxid vagy bárium-szulfát képez.

Egy előnyös kiviteli alaknál az adalék mennyisége 5 és 25 tőmeg% között van.

Egy további előnyös kiviteli alakra jellemző, hogy az adalék bárium-hidroxid, amely kristályvizet tartalmaz.

Egy előnyös kiviteli változat szerint a báriumvegyületet bárium-oxid képezi, amely az elektrolittal bárium-hidroxidot képez.

Egy további változat esetében a báriumvegyületet bárium-szulfát képezi.

A találmanny egy kiviteli alakja primer (tehát nem újratölthető) cellaként van kialakítva.

Egy másik kiviteli alaknál pedig a cella szekunder (tehát újratölthető) cellaként van kialakítva.

A találmanny szerinti cellának célszerűen hengeres szerkezeti kialakítása van.

A javasolt adalékanyagokat az elektrolit jól nedvesítő, és szemcseméretük is nagyon kicsi. Ez a körülmény is javítja a rendelkezésre álló mangán-dioxid-tőmeg hasznosítását, és csökkenti a cellák belső ellenállását. Ezeket az adalékokat ezért hatékony pörusmódosító anyagoknak is tekinthetjük.

A javasolt báriumvegyület adalékanyagok jelenlétéből származó előnyös hatásai különöző alkáli mangán-dioxid–cink cellákból nyert vizsgálati anyagok alapján még szembetűnőbbek. A soron következő példákban hivatalos vizsgált és referenciacellák azonos szerkezeti kialakításúak, közöttük az egyetlen különböző abban áll, hogy a referenciacellák adalékként báriumvegyületet nem tartalmaznak.

A példák alapján világossá válik, hogy a celláknak minden a cikluskapacitása, minden pedig a halmozott kapacitása gyorsan növekszik, az adalékanyag mennyisége a 3 tőmeg%-ot meghaladja. A tulajdonságok már nem javulnak, ha az adalék mennyisége mintegy 25 tőmeg%-ot meghalad, mert növekvő adalékmennyiség mellett az aktív tömeg csökkenése egyre jelentősebbé válik.

A találmannyt a továbbiakban példakénti kiviteli alakok kapcsán, a rajz alapján ismertetjük részletesebben. A rajzon az:

1. ábra a találmanny szerinti cella hosszmetszete; a 2. és 3. ábrák 0, 10 és 15 tőmeg% bárium-szulfátot tartalmazó katóddal rendelkező cellák kisütési és halmozottkapacitás-diagramjai; a

4. és 5. ábrák a 2. és 3. ábrához hasonló diagramok, amelyek 8 mol vizet tartalmazó bárium-hidroxidból 0, 10 és 15 tőmeg% mennyiséget tartalmazó cellák esetében a kisütési és halmozott kapacitás alakulását szemléltetik; a

6. és 7. ábrák hasonló kisütési és halmozottkapacitás-jelleggörbék, 0, 10 és 15 tőmeg% bárium-oxid esetében; a

8. ábra vizsgált és referencia AA cellák halmozott kapacitás–ciklusszám jelleggörbje; és a 9. és 10. ábrák a vizsgált és referencia AA cellák cikluskapacitás–ciklusszám jelleggörbje.

5 Az 1. ábrán újratölthető alkáli mangán-dioxid–cink 10 cella hosszmetszete látható. A 10 cella az alábbi fő részeiből áll: hengeres belső térrrel rendelkező acélból készült 12 serlegből, mangán-dioxid 14 katódból, melyet a 12 serlegbe sajtolt, lyukas henger alakú

10 16 pelletek alkotnak, a 14 katód belséjében elhelyezett, cinket tartalmazó gélből készült 18 anódból, valamint a 18 anódot a 14 katódtól elválasztó 20 szeparátorból. A 18 anód és a 14 katód között az ionvezetést meghatározott mennyiségen adagolt kálium-hidroxid elektrolit létesíti.

A 12 serlegnek alul zárt és középen csonka kúp alakú 22 csúcsa van, és ez képezi a 10 cella pozitív kivezetését. A 12 serleg felső végét egy cellalezáró szerelvény hozzájárul lezárja. Ez a szerelvény vékony fémlemezből készített negatív 24 sapkából, ehhez rögzített, melyen az anódgélbe nyúló és azzal villamos érintkezést létesítő áramvezető 26 tüskéből, továbbá a negatív 24 sapkát a 12 serlegtől villamosan elszigetelő és a katód-, valamint az anódszerkezetek felett kialakuló gáztereket elkülönítő 28 műanyag fedélből áll. A találmanny megértéséhez a szerkezet ennél részletesebb ismertetésére nincs szükség.

A találmanny szerinti megoldás hatékonyságának szemléltetése céljából különöző báriumvegyületeknek

20 a cella teljesítőképességére gyakorolt hatását vizsgáltuk.

Az első vizsgálati sorozatot „C” típusú cellákon végeztük, amelyeket (az IEEE szabványos megnevezés szerint) LR-14 celláknak is neveznek. A 14 katód mangán-dioxid és grafitpor keverékéből sajtolt 16 pelletekből, a 18 anód pedig cink–gél keverékéből állt. A méréseket szabványos cellákkal végzett összehasonlító csoporttal együtt végeztük, ahol az összehasonlító (referencia) cellák a vizsgált celláktól csak a katódkeverék összetételeben különböztek. A vizsgált cellák 14 katódja az alább meghatározott báriumvegyületeket tartalmazta, amelyek megfelelő tömegű mangán-dioxidot helyettesítettek.

A vizsgált és összehasonlító cellákat egy számítógéppel vezérelt vizsgálórendszeren periodikusan töltöttük és kisütöttük, és a rendszer a vizsgált mérési adatok pontos mérését és a mért adatok tárolását biztosította (mérési adatok alatt árjuk az egyes cellák feszültségét, továbbá a töltő és kisütő áramok nagyságát és idejét). Az összes cellát 40 napon keresztül tartó vizsgálati programnak vetettük alá, amely 1,72 V-os állandó feszültséggel, de csökkenő áramú, 20 órán át tartó töltési periódusokból és 3,9 ohm terheléssel meghatározott kisütési szakaszokból állt, ahol a kisütőszakaszok addig tartottak, ameddig a cellafeszültség 0,9 V alá nem csökkent. Az áram és feszültség értékeit minden percben feljegyeztük, és a töltésre/kisütésre vonatkozó kapacitásértékeket a rögzített adatokból automatikusan kiszámítottuk.

Minden egyes ciklusban az átlagos kisütési áram és 50 a kisütési idő szorzata az érintett ciklusban a cella kapa-

citását adta. Egy adott ciklusszám után értelmezett halmozott kapacitás alatt az "sszes korábbi ciklusban mért kapacitások összegét értjük.

Az 1. táblázat a vizsgált és összehasonlító cellák halmozottkapacitás-értékeit foglalja össze 20 és 40 ciklus után:

1. táblázat  
LR-14 cellák halmozott kapacitása

vegyület	(%)*	20 ciklus után Ah	%-os növekedés	40 ciklus után Ah	%-os növekedés
BaO	10	49,3	50,3	81,2	55,0
Ba(OH) <sub>2</sub> × 8H <sub>2</sub> O	15	52,0	58,5	86,3	64,7
BaSO <sub>4</sub>	15	51,2	56,0	80,9	54,4
Referencia I	-	32,8	-	52,4	-

\*a száraz kvarcrék porban értelmezett tömegszázalék

A 2. és 3. ábrák azon cellák kisütési és halmozott kapacitását mutatják, amelyeknél a száraz porkeverékben rendre 0, 10 és 15 tömeg% bárium-szulfát volt. A 0%-os diagram a referencia (összehasonlító) cellákra vonatkozik.

A 4. és az 5. ábrák a 2. és 3. ábrához hasonlóak, azon cellák kisütési és halmozottkapacitás-diagramjait adják meg, amelyek 0, 10 és 15 tömeg%, 8 mol kristályvízzel rendelkező bárium-hidroxidot tartalmaznak. A 6. és 7. ábrák hasonló kisütési és halmozottkapacitás-diagramok, amelyek 0, 10 és 15 tömeg% bárium-oxidot tartalmaznak. Ebben az esetben a bárium-oxid az elektrolitban lévő vizzel bárium-hidroxidot képezett.

Ez a vizsgálati sorozat azt igazolta, hogy „C” méretű celláknál 10–15 tömeg% báriumvegyület a halmozott kapacitást lényegesen növeli.

További kísérleti sorozatot végeztünk azonos felépítésű, de kismértékben különböző LR-14, azaz „C” méretű cellákkal, amelyeknél a vizsgált cellák katódját képező száraz keverékpor 7 tömeg% bárium-szulfátot tartalmazott, és csak ez képezte az egyetlen különbösséget a referenciacellákhoz képest. Erre a mérési sorozatra vonatkozó halmozottkapacitás-értékeket a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat

7 tömeg% bárium-szulfátot tartalmazó LR-14 cellák halmozott kapacitása a referenciacellákhoz képest

ciklusszám	referencia-cellá (Ah)	vizsgált cella (Ah)	növekedés (%)
5	14,8	16,4	11,2
10	23,6	27,4	15,9
15	30,9	36,2	17,1
20	37,3	44,1	18,1
25	43,0	51,3	19,4
30	48,2	58,4	21,1
35	53,3	65,1	22,2
40	57,8	71,0	23,0

20 További kísérletsorozatot végeztünk AA méretű (az IEEE szabvány szerint LR-6 méretű) alkáli mangán-dioxid–cink cellákkal, hogy megállapítsuk az optimális mennyiségű bárium-szulfát adagolását, továbbá bemutassuk a cellák különböző terhelési feltételek mellett való viselkedését.

25 A vizsgált és a referenciacellák csak a katód összetételeiben különböztek, a vizsgálati cellában 5, 10 és 15 tömeg% bárium-szulfátot adagoltunk a mangán-dioxid rovására. Az anódok higanymentes cink anódgélt tartalmaztak. A referencia és vizsgált cellák azonos napon készültek. minden csoportból 20–20 cellát készítettünk, közülük 3–3 cellát szabahőmérsékleten 4 és 10 ohmos terhelés mellett sütöttünk ki. Számítógéppel vezérelt ciklusfeltételek mellett 30 ciklust végeztünk (végfeszültség 0,9 V; 15 órán keresztül 1,72 V feszültséggel), majd kiszámítottuk a halmozott kapacitás átlagértékét.

30 A 3. táblázat a vizsgált cellák halmozottkapacitás-értékének százalékos változását adja meg a referencia-cellákhoz képest.

3. táblázat  
LR-6 cellák 30 ciklus után

BaSO <sub>4</sub> (%)	terhelés 4 ohm halmozott kapacitás%	terhelés 10 ohm halmozott kapacitás%
0	100	100
5	115	117
10	96	125
15	90	141

45 A 8. ábra a vizsgált és a referenciacellák halmozottkapacitás-diagramját szemlélteti a ciklusszám függvényében. A cellákat a 0,9 V-os határfeszültség eléréséig terheltük, és 15 órán keresztül 1,72 V-os töltővel töltöttük. A környezeti hőmérséklet 22 °C volt.

50 Más típusú vizsgálati cellák esetében, ahol a katódkeverékben 5 tömeg% bárium-oxid volt, a cellakapacitás alakulását a ciklusszám függvényében a 9. és 10. ábrákon tüntettük fel. A referenciacellák mérési adatait is feltüntettük.

Az LR-6 méretű cellákra vonatkozó 3. táblázatból, valamint a 8–10. ábrákból látható, hogy a katódban a báriumvegyület jelenlété nagyobb mértékű javulást idéz elő közepe és kisebb terhelésekben (tehát amikor a terhelés 10 ohmos és nem a nagyobb terhelést jelentő 4 ohm).

LR-6 méretű, „AA” típusú celláknál a báriumos optimális mennyisége kisebb, mint „C” méretű cellák esetében.

A bárium-szulfát és bárium-hidroxid jelenléte által okozott további javulás a cellák ciklusélettartamában jelentkezett. Hagyományos alkáli mangán-dioxid–cink LR-6 méretű cellákat például kis kisütést jelentő ciklusokban terheltünk, és a referenciacella átlagosan 300 ciklus élettartamú volt, ezzel szemben a hasonló kivitelű de báriumvegyületet tartalmazó katóddal rendelkező cellák átlagos élettartama a 600 ciklust is meghaladta.

A gyártási költségek, valamint a környezetszennyezés szempontjából előnyös a bárium-szulfát alkalmazása. A bárium-szulfát olcsó, a kereskedelemben kapható por, amely vízben oldhatatlan és a környezetet nem terheli.

Bár a találmány szerinti megoldás fő előnyei újratölthető cellákkal kapcsolatban jelentkeznek, a javasolt báriumvegyületek primer cellákban való használata is előnyös, mert csökkenti a heterolitképződést, ezzel pedig növeli a cella tényleges kapacitását. Ez a növekedés elsősorban a cellák időszakos használata csetében válik szembetűnővé, mert primer cellák esetében a vázolt problémák elsősorban akkor jelentkeznek, ha a cella kisütése több, időben elkülönülő kisütési szakaszból áll.

#### SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Katódszerkezet alkáli mangán-dioxid–cink cellákhoz megnövelt kapacitással, amely mangán-dioxid aktív anyagból, villamosan vezető porból és adalékanyagból áll, amely anyagok egyenletes keverés után porózus testtő vannak sajtolva és a pórusok az elektrolittal vannak megtöltve, azzal jellemző, hogy az adalékanyagot a testben legalább 3 tömeg% mennyiség báriumvegyület képezi, amelyet bárium-oxid, bárium-hidroxid vagy bárium-szulfát képez.

az adalékanyagot a testben legalább 3 tömeg% mennyiség báriumvegyület képezi, amelyet bárium-oxid, bárium-hidroxid vagy bárium-szulfát képez.

2. Az 1. igénypont szerinti katódszerkezet, azzal jellemző, hogy az adalék mennyisége 5 és 25 tömeg% között van.

3. Az 1. igénypont szerinti katódszerkezet, azzal jellemző, hogy az adalék bárium-hidroxid, amely kristályvizet tartalmaz.

4. A 3. igénypont szerinti katódszerkezet, azzal jellemző, hogy a bárium-hidroxid 8 mol kristályvizet tartalmaz.

5. Alkáli mangán-dioxid–cink cella, amely tartalmaz mangán-dioxikatódot (14), cinkanódot (18), az anód (18) és a katód (14) között elhelyezett szeparátor (20) és elektrolitot, ahol a katód (14) mangán-dioxid aktív anyagból, villamosan vezető porból és adalékanyagból áll, amely anyagok egyenletes keverés után porózus testtő vannak sajtolva és a pórusok az elektrolittal vannak megtöltve, azzal jellemző, hogy az adalékanyagot a testben legalább 3 tömeg% mennyiség báriumvegyület képezi, amelyet bárium-oxid, bárium-hidroxid vagy bárium-szulfát képez.

6. Az 5. igénypont szerinti cella, azzal jellemző, hogy az adalék mennyisége 5 és 25 tömeg% között van.

7. Az 5. igénypont szerinti cella, azzal jellemző, hogy az adalék bárium-hidroxid, amely kristályvizet tartalmaz.

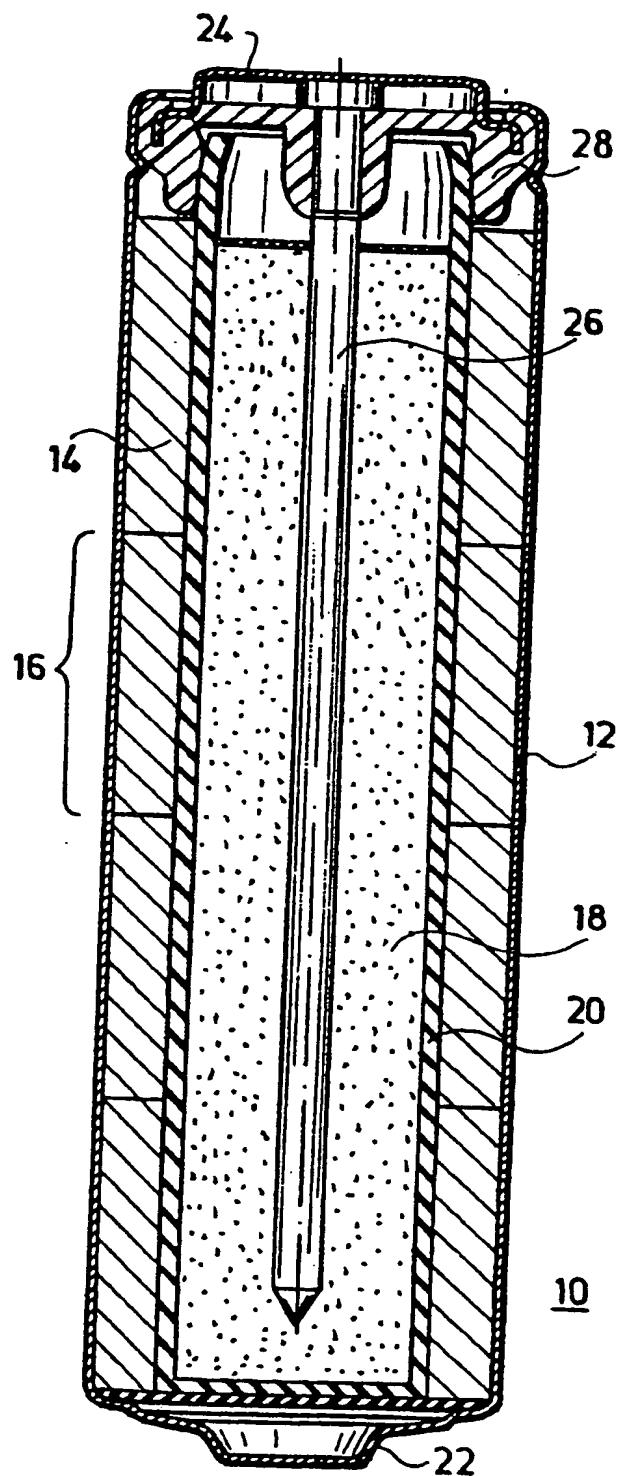
8. Az 5. igénypont szerinti cella, azzal jellemző, hogy a báriumvegyületet bárium-oxid képezi, amely az elektrolittal bárium-hidroxidot képez.

9. Az 5. igénypont szerinti cella, azzal jellemző, hogy a báriumvegyületet bárium-szulfát képezi.

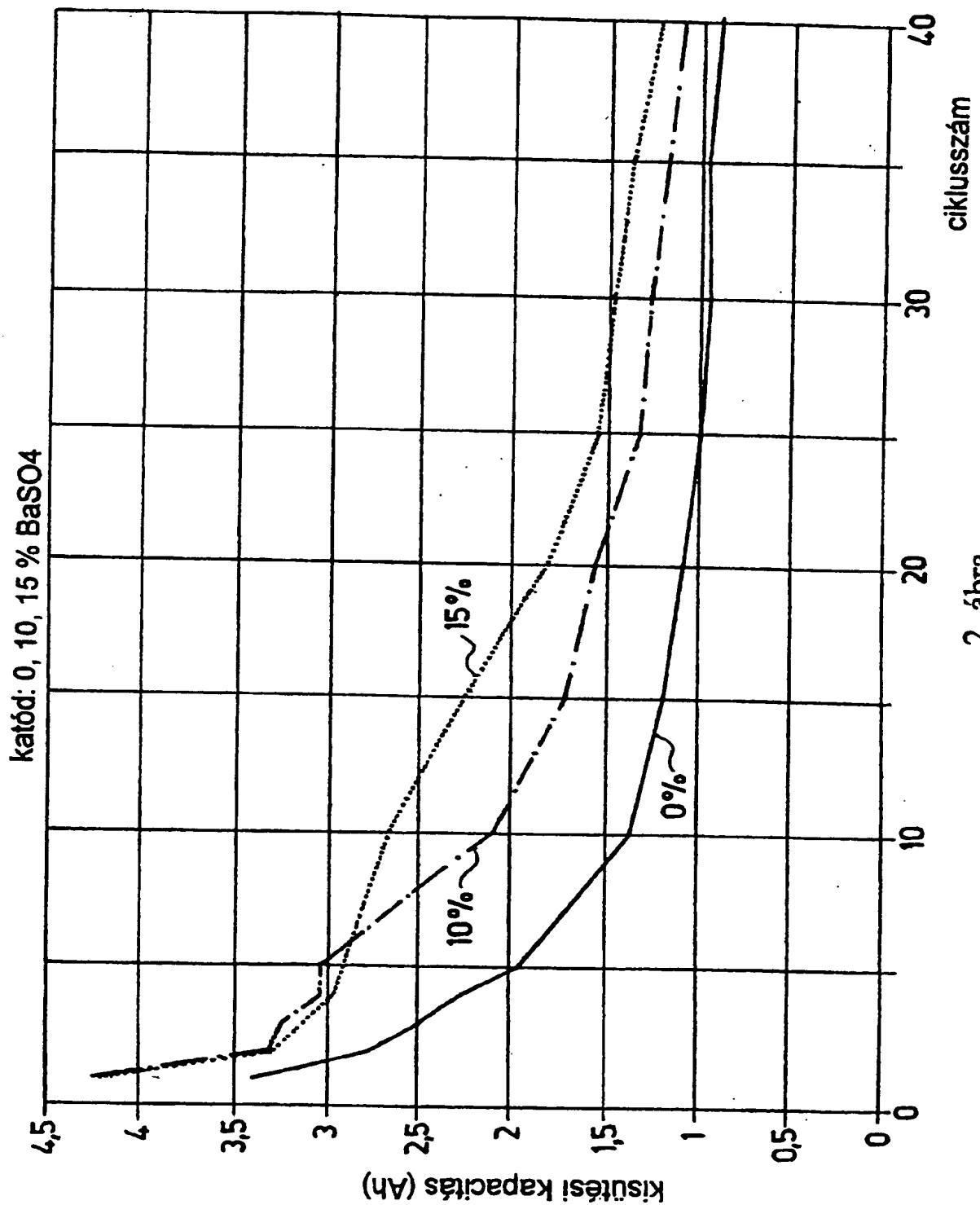
10. Az 5–9. igénypontok bármelyike szerinti cella, azzal jellemző, hogy primer cellaként van kialakítva.

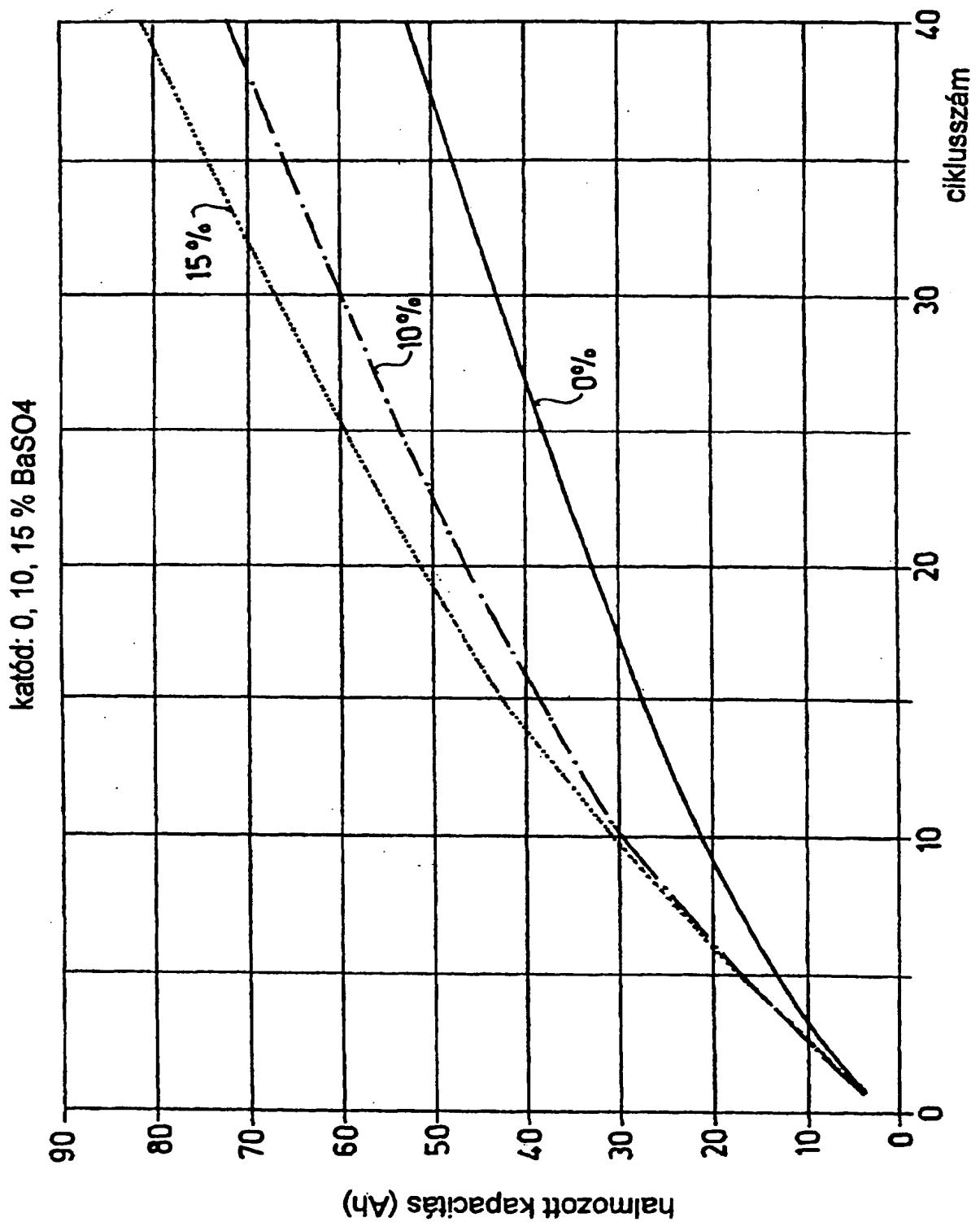
11. Az 5–9. igénypontok bármelyike szerinti cella, azzal jellemző, hogy szekunder cellaként van kialakítva.

12. Az 5–11. igénypontok bármelyike szerinti cella, azzal jellemző, hogy hengeres szerkezeti kialakítása van.

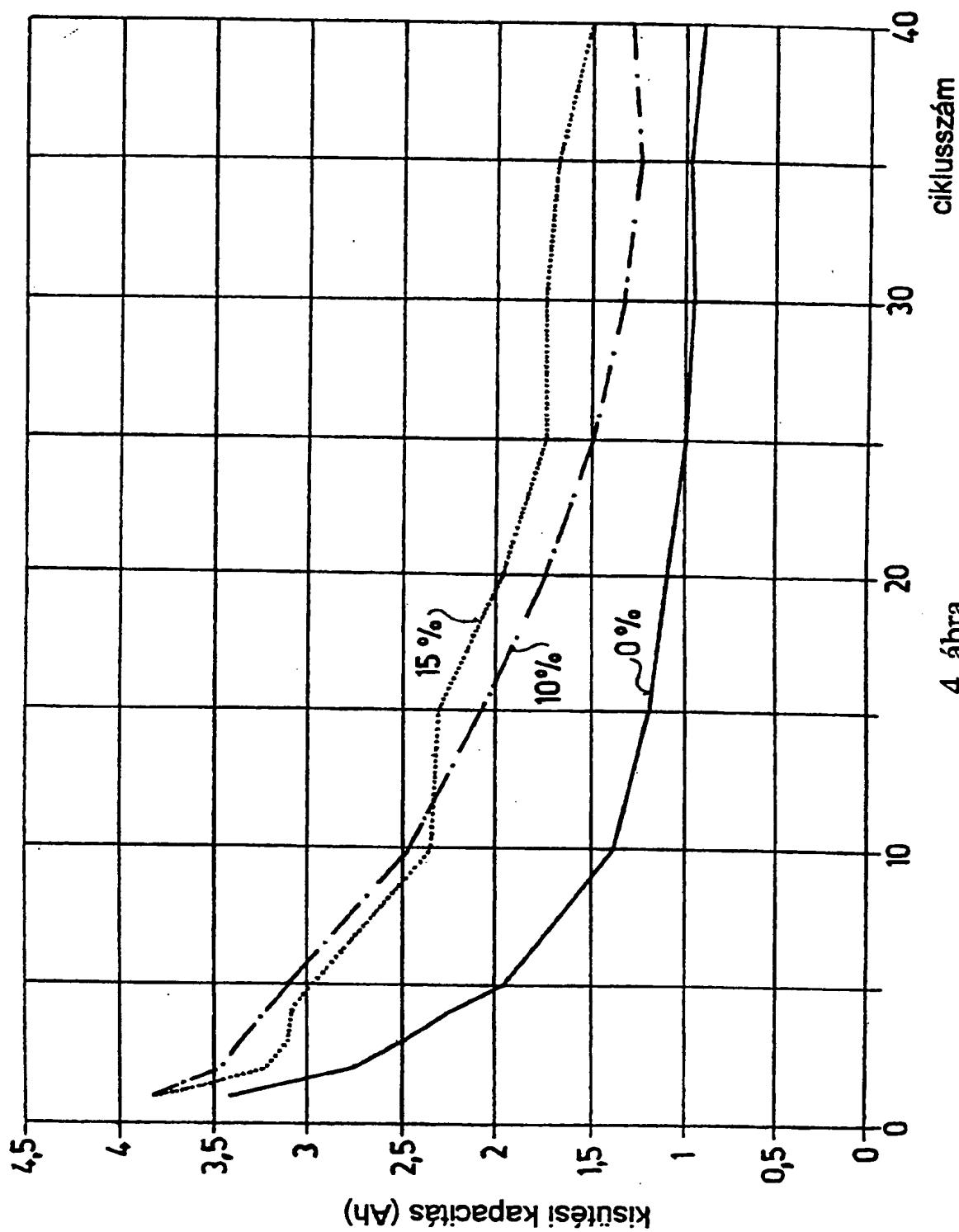


1. ábra

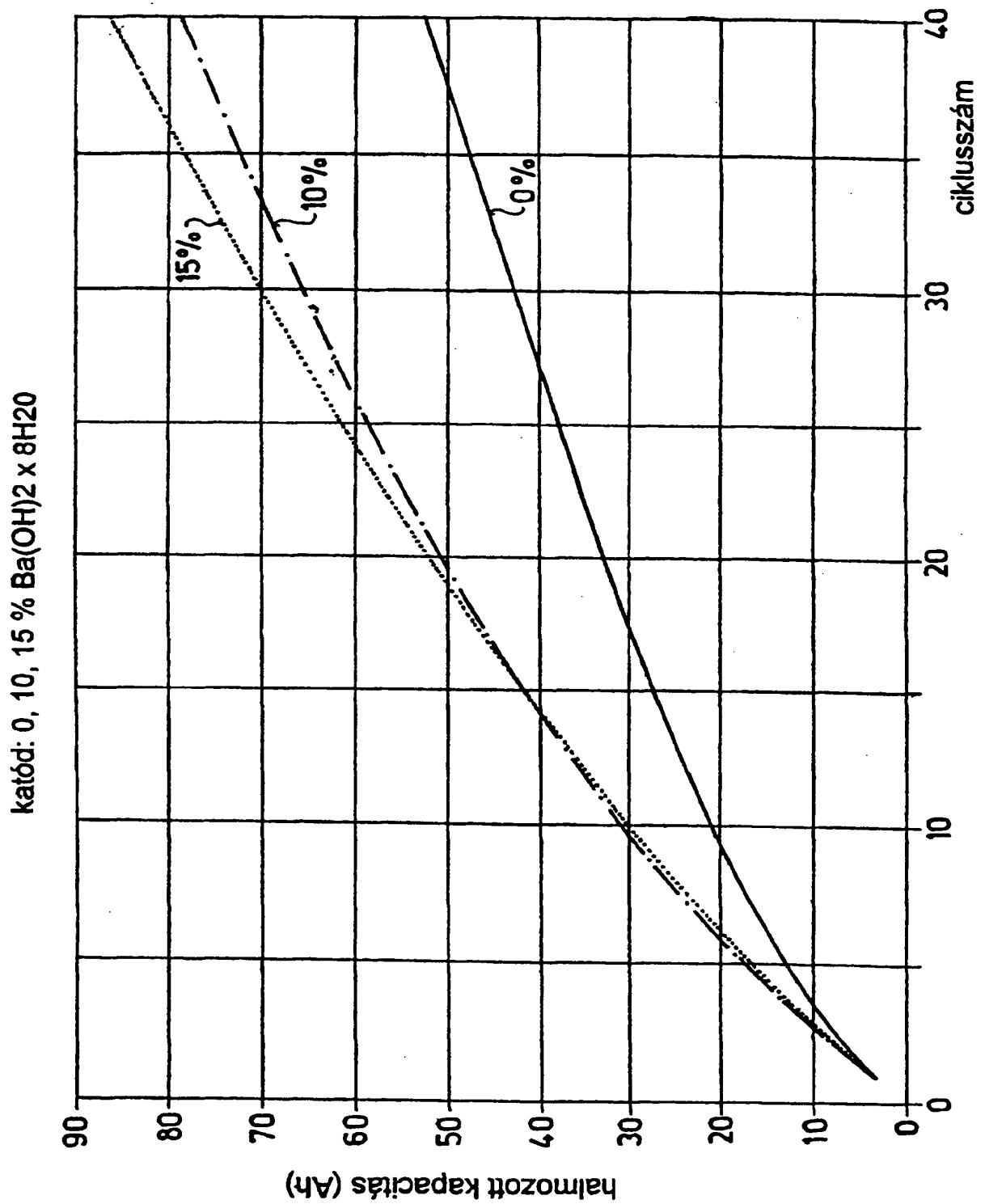


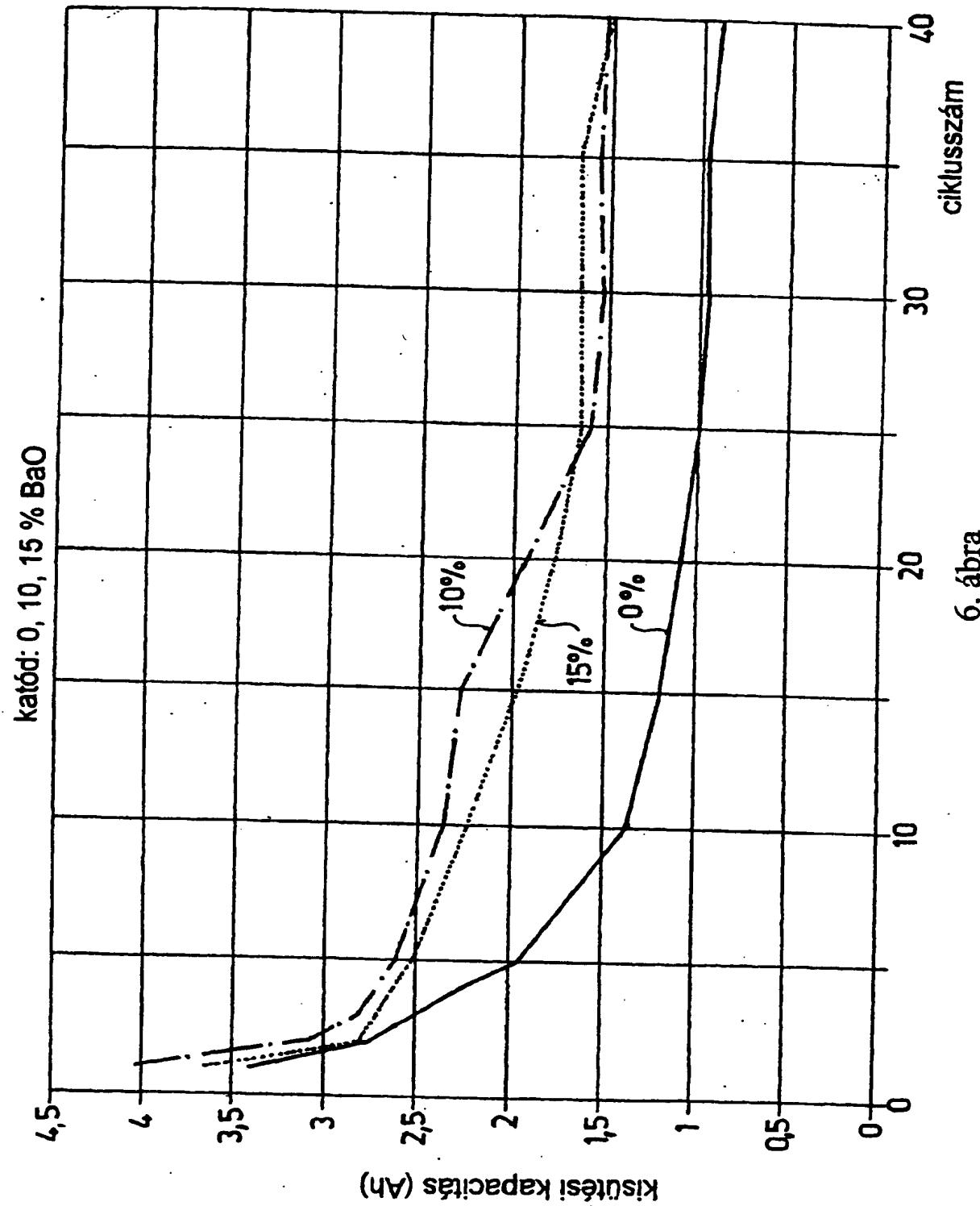


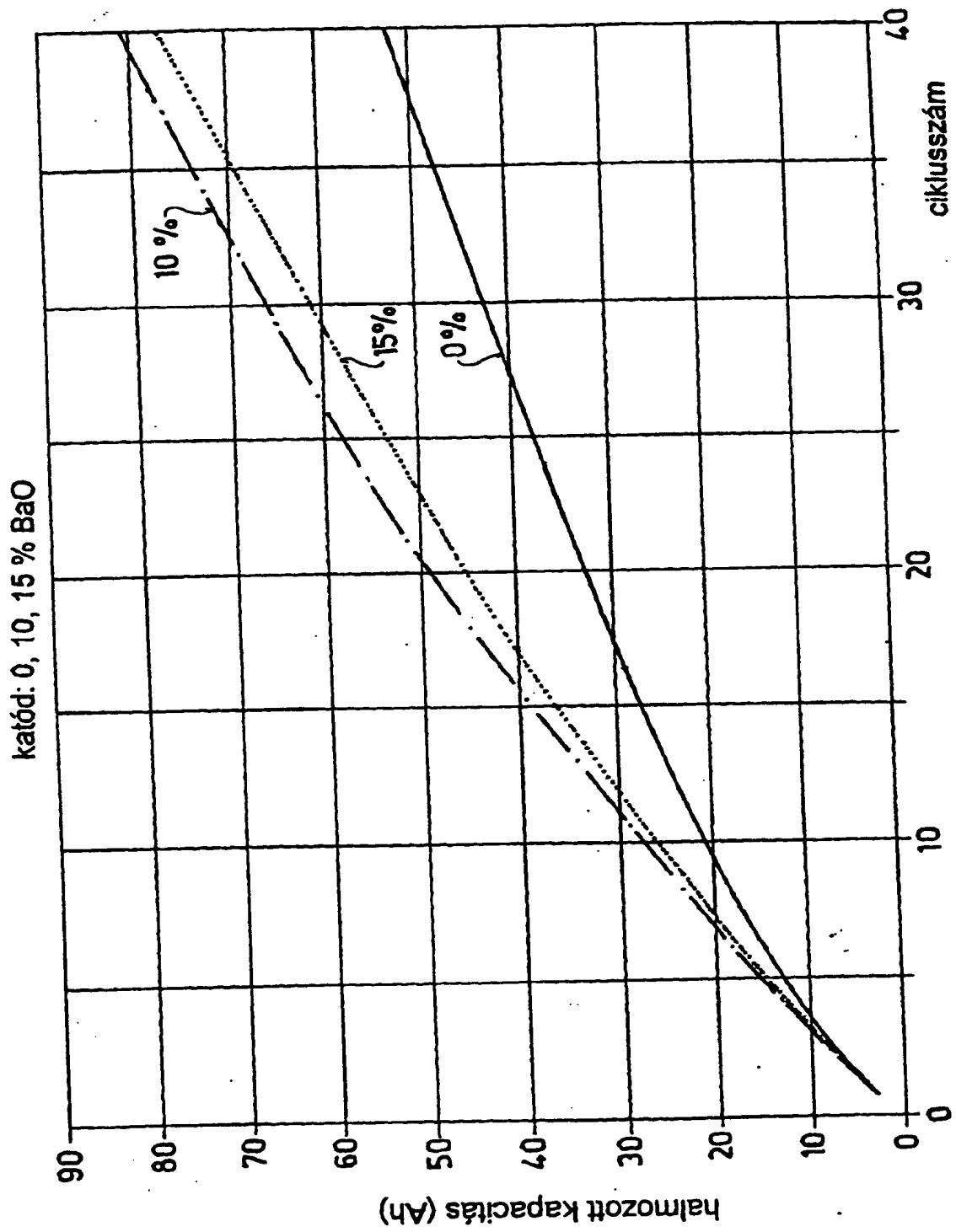
Katód: 0, 10, 15 % Ba(OH)<sub>2</sub> x 8H<sub>2</sub>O

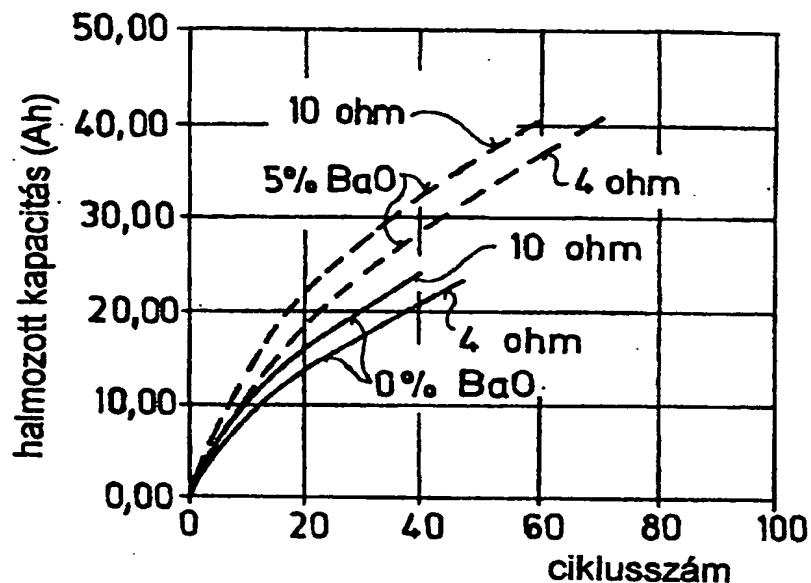


4. ábra

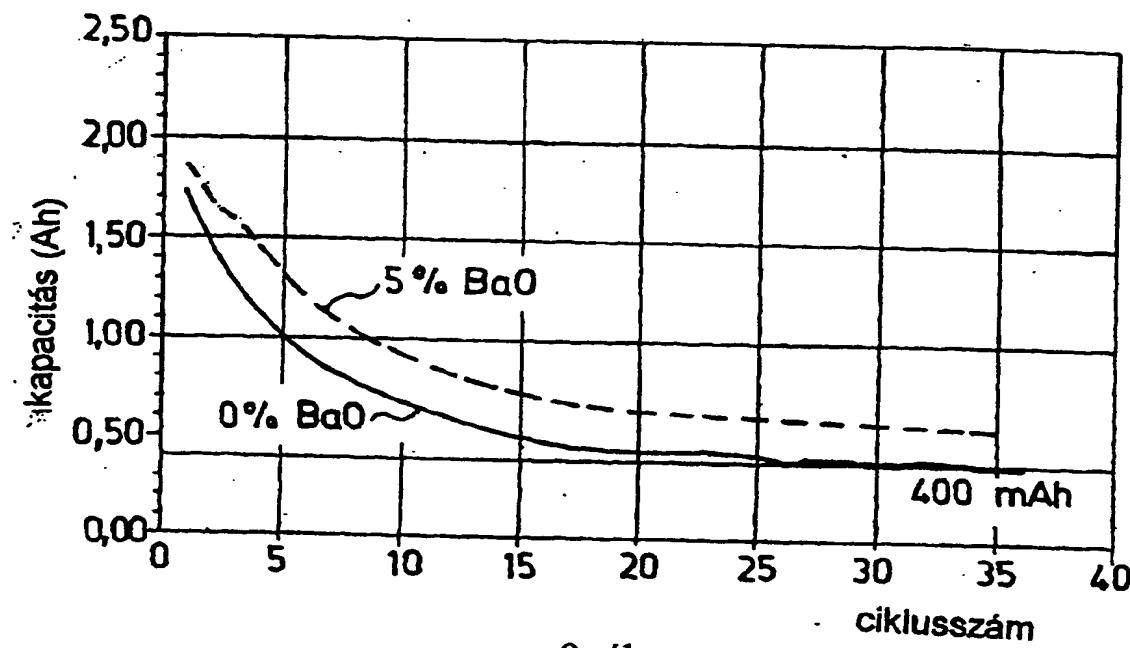




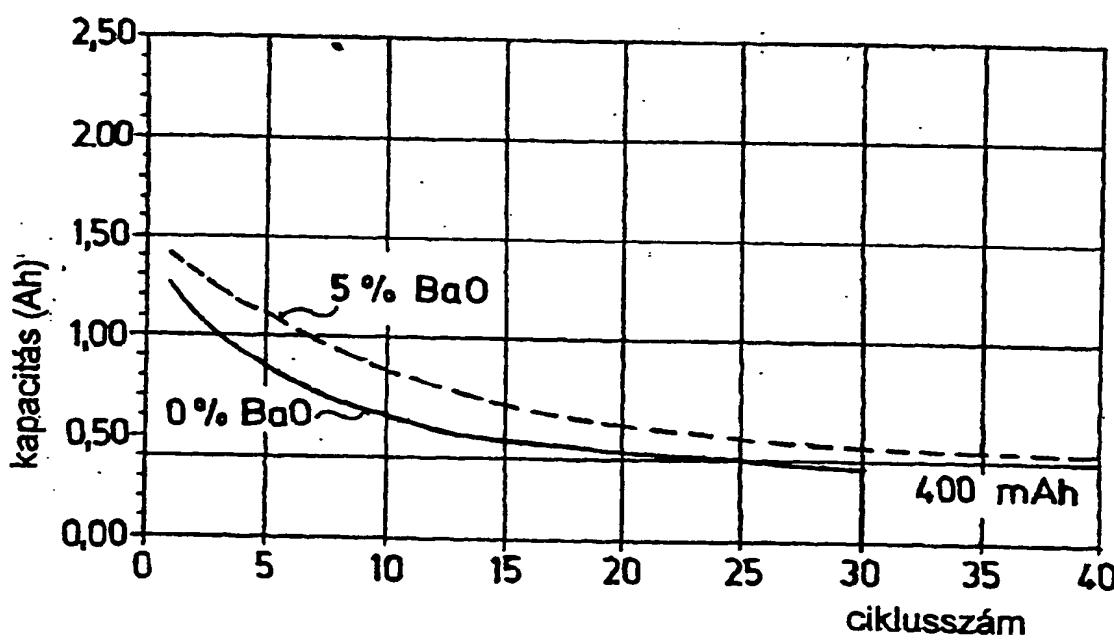




8. ábra



9. ábra



10. ábra